

**FAG**



## **Roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes**

**SCHAEFFLER GROUP**  
INDUSTRIAL



# INA et FAG, une double dimension mondiale



## Le «Partner Power»

X-life – le label de qualité haut de gamme INA et FAG qui vous ouvre de nouvelles perspectives de succès. Profitez de la compétence réunie de deux fabricants de roulements de renommée mondiale – dans tous les domaines d’application de la construction automobile, mécanique et d’équipements.

Au sein de Schaeffler Group, INA et FAG allient leurs points forts pour créer un nouveau niveau de qualité :

### **X-life**

**Plus de rentabilité.**

**Plus de sécurité de fonctionnement.**

### **Quel est l’intérêt de X-life ?**

X-life offre une excellente qualité produit, de loin supérieure à ce qui existait jusqu’à présent.

De plus, X-life optimise tous les paramètres déterminants pour un fonctionnement sans heurts. En font partie le montage et le démontage corrects, de même que les intervalles de regraissage et les lubrifiants adaptés au cas d’application.

En outre, X-life convainc par des caractéristiques produit répondant exactement à vos exigences spécifiques et offrant des avantages supplémentaires : par ex. des solutions «systèmes complets» particulièrement silencieuses, à entretien particulièrement réduit ou à capacité de charge particulièrement élevée.

### **Vos avantages X-life :**

- des caractéristiques produits largement au-dessus de la moyenne
- une assurance et un contrôle qualité stables
- une fiabilité toujours plus élevée
- encore plus de sécurité en termes de planification et de systèmes
- une disponibilité optimale
- une optimisation de vos processus de fabrication
- une consommation d’énergie réduite
- une rentabilité maximale
- un maximum de services et de conseils

**INA et FAG,  
une double  
dimension mondiale**

**FAG**

**SCHAEFFLER GROUP**  
INDUSTRIAL

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes</b>	<b>2</b>
1.1	Conditions de fonctionnement des roulements pour machines vibrantes	2
1.2	Séries de roulements et modèles de base	2
1.2.1	Roulements X-life à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223..-E1	2
1.2.2	Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223..-A	3
1.2.3	Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 233..-A	3
1.3	Roulements à alésage conique	3
1.4	Roulements avec revêtement dans l'alésage	3
1.5	Spécification T41A(D)	3
1.5.1	Tolérances de l'alésage et du diamètre extérieur du roulement	4
1.5.2	Groupes de jeu radial, réduction du jeu radial des roulements à alésage conique	5
1.6	Accélération radiale maximale	6
1.7	Traitement thermique	6
<b>2</b>	<b>Détermination des dimensions des roulements</b>	<b>6</b>
2.1	Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires	6
2.2	Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires	8
2.3	Cribles à excentrique	10
2.4	Abaque pour le calcul des forces centrifuges	11
2.5	Abaque pour le calcul du taux de charge dynamique	12
<b>3</b>	<b>Conception des paliers</b>	<b>13</b>
3.1	Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification à la graisse)	13
3.2	Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par bain d'huile)	14
3.3	Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par circulation d'huile)	15
3.4	Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires (lubrification par barbotage)	16
3.5	Cribles à excentrique (lubrification à la graisse)	17
<b>4</b>	<b>Lubrification des roulements</b>	<b>18</b>
4.1	Lubrification à la graisse	18
4.2	Lubrification à l'huile	18
4.2.1	Lubrification par bain d'huile	20
4.2.2	Lubrification par circulation d'huile	21
4.3	Lubrifiants recommandés	22
<b>5</b>	<b>Tableaux de dimensions des roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes</b>	<b>23</b>
5.1	Série 223..-E1-T41A(D)	23
5.2	Série 223..-A-MA-T41A	24

# Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes

Conditions de fonctionnement · Séries de roulements et modèles de base

## 1 Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes

### 1.1 Conditions de fonctionnement des roulements pour machines vibrantes

Les cribles vibrants servant au triage des matériaux ainsi que d'autres groupes vibratoires comme les rouleaux compresseurs et les cadres de scie figurent parmi les machines soumises aux plus fortes sollicitations.

Les roulements dans les générateurs sont soumis non seulement à des charges importantes et à des régimes élevés, mais encore à des accélérations et à des forces centrifuges. A cela s'ajoutent souvent des conditions extérieures défavorables, par ex. boue, humidité, etc.

Les roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux sont particulièrement adaptés aux conditions de service des cribles vibrants et ont fait toutes leurs preuves sur le terrain.

C'est surtout la cage des roulements qui est soumise à des contraintes supplémentaires produites par des accélérations radiales élevées.

Dans certains cas défavorables, les roulements peuvent être soumis également à des accélérations axiales.

Les balourds en rotation sont à l'origine d'un fléchissement de l'arbre, ainsi que de mouvements de glissement dans les roulements. Ces phénomènes accentuent les frottements et provoquent une augmentation de la température de service des roulements. Les roulements spéciaux à rotule sur deux

rangées de rouleaux acceptent en service une inclinaison (flèche de l'arbre) de l'axe de la bague intérieure par rapport à celui de la bague extérieure pouvant atteindre  $0,15^\circ$ . En cas d'inclinaison supérieure, nous vous conseillons de consulter notre service technique.

### 1.2 Séries de roulements et modèles de base

Les dimensions des roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants correspondent aux séries de dimensions 23 et 33 (E DIN 616 : 1995-01 ou ISO 15).

Tous les roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux présentés dans cette publication sont fabriqués d'après la spécification T41A(D), voir chapitre 1.5 compte tenu des sollicitations particulières auxquelles sont soumis les cribles vibrants.

L'utilisation optimale de la section transversale est à l'origine d'une capacité de charge maximale des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux améliorés de la série 223...-E1. Les exécutions de roulements conçues pour subir des contraintes vibratoires sont disponibles jusqu'à 150 mm de diamètre d'alésage. Elles sont équipées de cages en tôle d'acier trempé à fenêtres, centrées sur la bague extérieure, qui garantissent une grande stabilité de forme.

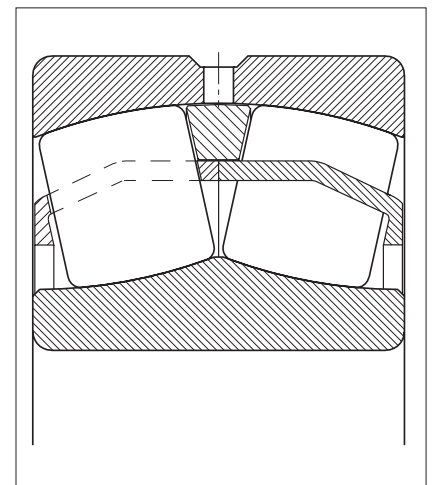
Nous fabriquons les roulements de la série 223 d'alésage supérieur à 150 mm dans l'exécution A.

La bague intérieure est pourvue de trois épaulements fixes. La cage massive en laiton en deux parties est centrée sur la bague extérieure

et stabilise radialement les efforts dus à l'excentration de la charge. Les roulements plus larges de la série 233...-A présentent une construction intérieure comparable à celle des roulements de la série 223...-A. Ces roulements trouvent leur utilisation dans des cas spéciaux exigeant une capacité de charge maximale.

### 1.2.1 Roulements X-life à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223...-E1

Les roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux de l'exécution E1 sont caractérisés par une absence d'épaulement central sur la bague intérieure et se distinguent par leur capacité de charge très élevée. On trouve le même avantage dans le cas des roulements FAG spéciaux pour machines vibrantes de l'exécution 223...-E1-T41A(D), figure 1. Ici, il s'agit de la nouvelle exécution



1: Exécution X-life 223...-E1-T41A(D) des roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes (caractéristiques d'alésage 08 à 30)

# Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes

Séries de roulements et modèles de base · Roulements à alésage conique · Roulements avec revêtement dans l'alésage · Spécification T41A(D)

standard FAG pour des roulements d'alésage compris entre 40 et 150 mm inclus (caractéristiques d'alésage de 08 à 30).

Les roulements de l'exécution 223...-E1-T41A ont été soumis à de nombreux tests et essais et ont donné entière satisfaction lors des utilisations les plus variées. Le roulement dispose, pour chaque rangée de rouleaux, d'une cage à fenêtres en tôle d'acier guidée dans la bague extérieure.

Les deux cages sont centrées dans la bague extérieure par l'intermédiaire d'une bague de guidage. La bague de guidage est en une partie. Toutes les parties de la cage sont trempées superficiellement.

## 1.2.2 Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223...-A

En cas d'alésage supérieur ou égal à 160 mm (caractéristique d'alésage  $\geq 32$ ), nous vous recommandons les roulements spéciaux à rotule sur

deux rangées de rouleaux de l'exécution 223...-A-MA-T41A, figure 2.

Ces roulements disposent d'un épaulement central fixe sur la bague intérieure et de deux épaulements latéraux. La cage massive en laiton en deux parties (suffixe MA) est guidée dans la bague extérieure.

## 1.2.3 Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223...-A

Dans le cas de cribles vibrants où le facteur le plus important est un taux de charge élevé, nous vous recommandons les roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223...-A(S)-MA-T41A d'alésage 100 à 200 mm (caractéristiques d'alésage de 20 à 40).

Ces roulements disposent de trois épaulements fixes sur la bague intérieure. La cage massive en laiton en deux parties (suffixe MA) est guidée dans la bague extérieure.

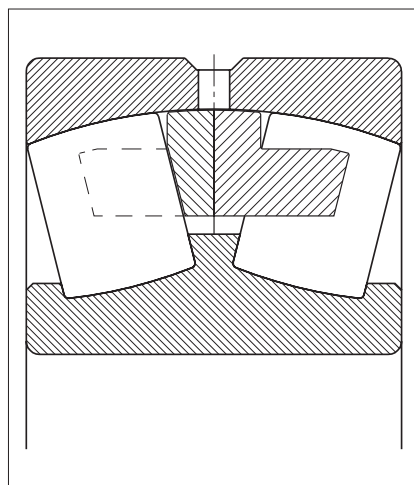
rangées de rouleaux à alésage chromé en couche mince dans le but de réduire ou de supprimer l'usure provoquée par le glissement de la bague intérieure sur l'arbre. Une telle technique donne une possibilité de glissement de la bague intérieure sur l'arbre (fonction de roulement libre) qu'imposent les variations thermo-dimensionnelles qui se produisent pendant une longue période de fonctionnement.

Les dimensions et les tolérances des roulements avec revêtement dans l'alésage correspondent aux roulements FAG standards pour cribles vibrants et sont interchangeables avec ceux-ci.

Exemple de commande pour un roulement à alésage chromé en couche mince :

22324-E1-J24BA-T41A.

Remarque : ce revêtement existe en standard pour les roulements 22317-E1-T41D à 22322-E1-T41D (d'autres dimensions sont prévues).



2: Exécution 223...-A-MA-T41A des roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants (caractéristique d'alésage  $\geq 32$ )

## 1.3 Roulements à alésage conique

Pour des cas spéciaux, par ex. cadres à scie, il est également possible de fournir des roulements à alésage conique (conicité 1:12). Ces exécutions portent les suffixes E1-K-T41A ou A-K-MA-T41A.

## 1.4 Roulements avec revêtement dans l'alésage

Sur commande (en standard pour 22317-E1-T41D jusqu'à 22322-E1-T41D), nous pouvons livrer des roulements à rotule sur deux

## 1.5 Spécification T41A(D)

Les roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes sont fabriqués selon la spécification T41A(D). Cette spécification tient compte des exigences particulières de chaque cas d'application. La spécification fixe les tolérances et le jeu radial des roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux.

# Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes

Spécification T41A(D)

## 1.5.1 Tolérances de l'alésage et du diamètre extérieur du roulement

La spécification T41A(D) prescrit une tolérance d'alésage réduite à la moitié supérieure de la plage de tolérances habituelle. La tolérance du diamètre extérieur est limitée à la moitié centrale de la plage de tolérances normale. Les mêmes roulements, mais à alésage conique, n'ont ces tolérances réduites que pour le diamètre extérieur. Valeurs, voir tableau, figure 3.

Ces dispositions garantissent l'ajustement glissant de la bague intérieure sur l'arbre pour une tolérance de type g6 ou f6, ainsi que l'ajustement fixe de la bague

### 3: Tolérance réduite suivant spécification FAG T41A(D)

#### Bague intérieure

Alésage nominal du roulement	sup. incl.	Dimensions en mm					
		30	50	80	120	180	250
		50	80	120	180	250	315

#### Tolérances en $\mu\text{m}$

Ecart $\Delta_{\text{Dmp}}$	Dimensions en mm					
	30	50	80	120	180	250
	0	0	0	0	0	0
	-7	-9	-12	-15	-18	-21

#### Bague extérieure

Diamètre extérieur nominal	sup. incl.	Dimensions en mm					
		80	150	180	315	400	500
		150	180	315	400	500	630

#### Tolérances en $\mu\text{m}$

Ecart $\Delta_{\text{Dmp}}$	Dimensions en mm					
	80	150	180	315	400	500
	-5	-5	-10	-13	-13	-15
	-13	-18	-23	-28	-30	-35

### 4: Jeu radial des roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux

Alésage nominal du roulement	sup. incl.	Dimensions en mm													
		30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
		40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315

#### à alésage cylindrique

##### Jeu de roulement en $\mu\text{m}$

Groupe de jeu	min max	Dimensions en mm													
		30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
C3	min	45	55	65	80	100	120	145	170	180	200	220	240	260	280
	max	60	75	90	110	135	160	190	220	240	260	290	320	350	370

Groupe de jeu	min max	Dimensions en mm													
		30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
C4	min	60	75	90	110	135	160	190	220	240	260	290	320	350	370
	max	80	100	120	145	180	210	240	280	310	340	380	420	460	500

#### à alésage conique

##### Jeu de roulement en $\mu\text{m}$

Groupe de jeu	min max	Dimensions en mm													
		30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
C3	min	50	60	75	95	110	135	160	180	200	220	250	270	300	330
	max	65	80	95	120	140	170	200	230	260	290	320	350	390	430

Groupe de jeu	min max	Dimensions en mm													
		30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
C4	min	65	80	95	120	140	170	200	230	260	290	320	350	390	430
	max	85	100	120	150	180	220	260	300	340	370	410	450	490	540

# Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes

Spécification T41A(D)

extérieure dans son logement pour la tolérance de type P6. La bague intérieure n'est soumise à aucune charge ponctuelle définie, la bague extérieure est sollicitée par une charge tournante.

Les autres tolérances correspondent à la classe de tolérances PN selon DIN 620.

## 1.5.2 Groupes de jeu radial, réduction du jeu radial des roulements à alésage conique

La spécification T41A(D) prévoit, pour l'ensemble des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux dans l'exécution pour cribles vibrants, le groupe de jeu C4 comme

standard ; le suffixe est donc supprimé. Ainsi, on peut éviter de manière sûre la précharge radiale des roulements, provoquée par un concours d'influences défavorables, comme mauvais ajustements, déformations, etc. Ceci concerne surtout les phases de démarrage et de mise en marche, quand la différence de température entre la bague intérieure et la bague extérieure est la plus importante. Ce n'est qu'en de rares cas, par ex. si les températures de service sont élevées avec échauffement excessif du palier, qu'on sera amené à reconsidérer le jeu radial du roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants. Quelques applications, par ex. les

cadres de scie, peuvent nécessiter un jeu radial différent de C4.

Dans ce cas, il faut préciser le suffixe du jeu radial, par ex. C3.

Nous pouvons vous livrer des roulements dans cette exécution sur demande. Pour les valeurs de jeu radial des roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux, voir tableau, figure 4.

Les roulements à alésage conique sont le plus souvent montés sur un arbre conique ou avec un manchon sur un arbre cylindrique. Dans le cas de montage de roulements à alésage conique, le jeu radial doit être réduit pour permettre l'ajustement de la bague intérieure par rapport à l'arbre (voir tableau, fig. 5).

### 5: Réduction du jeu radial lors du montage des roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux à alésage conique (arbre plein)

Alésage nominal du roulement		Réduction du jeu radial		Déplacement axial sur le cône 1:12				Valeur de contrôle du jeu radial minimal après montage		
d				Arbre		Manchon		CN	C3	C4
sup. mm	incl. mm	min mm	max mm	min mm	max mm	min mm	max mm	min mm	min mm	min mm
30	40	0,02	0,025	0,35	0,4	0,35	0,45	0,015	0,025	0,04
40	50	0,025	0,03	0,4	0,45	0,45	0,5	0,02	0,03	0,05
50	65	0,03	0,04	0,45	0,6	0,5	0,7	0,025	0,035	0,055
65	80	0,04	0,05	0,6	0,75	0,7	0,85	0,025	0,04	0,07
80	100	0,045	0,06	0,7	0,9	0,75	1	0,035	0,05	0,08
100	120	0,05	0,07	0,7	1,1	0,8	1,2	0,05	0,065	0,1
120	140	0,065	0,09	1,1	1,4	1,2	1,5	0,055	0,08	0,11
140	160	0,075	0,1	1,2	1,6	1,3	1,7	0,055	0,09	0,13
160	180	0,08	0,11	1,3	1,7	1,4	1,9	0,06	0,1	0,15
180	200	0,09	0,13	1,4	2	1,5	2,2	0,07	0,1	0,16
200	225	0,1	0,14	1,6	2,2	1,7	2,4	0,08	0,12	0,18
225	250	0,11	0,15	1,7	2,4	1,8	2,6	0,09	0,13	0,2
250	280	0,12	0,17	1,9	2,6	2	2,9	0,1	0,14	0,22
280	315	0,13	0,19	2	3	2,2	3,2	0,11	0,15	0,24

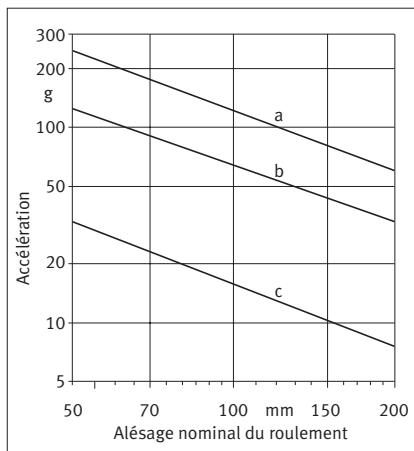
# Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes · Détermination des dimensions des roulements

## 1.6 Accélération radiale maximale

L'application radiale des forces centrifuges sur la bague extérieure permet d'obtenir des valeurs d'accélération élevées pour les roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants, voir le diagramme ci-après.

Valeurs maximales d'accélération des roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes

- a)  $n \cdot d_m = 350\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$   
valeurs maximales en cas de conditions de montage optimales et de lubrification à l'huile, par ex. engrenages planétaires
- b)  $n \cdot d_m = 140\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$   
conditions d'utilisation habituelles pour cadres de scie et lubrification à la graisse
- c)  $n \cdot d_m = 230\,000$  à  $300\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$   
utilisation habituelle pour cribles vibrants avec lubrification à la graisse ou à l'huile



## 1.7 Traitement thermique

Tous les roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants des séries 223 et 233 sont utilisables jusqu'à une température de service de 200 °C.

## 2 Détermination des dimensions des roulements

Les roulements pour cribles vibrants sont prévus pour une durée de vie nominale  $L_h$  comprise entre 10 000 et 20 000 heures.

On applique :

$$L_h = (C/P)^p \cdot 10^6 / (n \cdot 60) \text{ [h]}$$

C charge de base dynamique [kN], voir tableaux, paragraphe 5

P charge dynamique équivalente [kN], voir paragraphes 2.1 à 2.3

p = 3,33 exposant de durée de vie pour roulements à rouleaux

n vitesse de rotation [min<sup>-1</sup>]

Pour déterminer la charge dynamique équivalente P des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants, le facteur de sécurité  $f_z$  d'une valeur de 1,2 par rapport à la charge radiale  $F_r$  prend en compte les influences échappant à une définition exacte. Ceci permet néanmoins de calculer des durées de fonctionnement suffisamment précises.

Pour des calculs plus précis, on définit la durée de vie corrigée évoluée  $L_{hnm}$  selon DIN ISO 281, additif 1 (voir également le catalogue WL 41 700). A cet effet, la charge limite à la fatigue nécessaire  $C_u$  est indiquée dans les tableaux de dimensions.

## 2.1 Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires

La figure 6 montre le principe du support d'un crible à balourds avec mouvements de vibrations circulaires.

La charge radiale résulte d'efforts centrifuges de la caisse du crible qui sont fonction du poids de la caisse, du rayon de vibration et de la vitesse de rotation selon la formule suivante :

$$F_r = \frac{1}{z} \cdot \frac{m}{10^3} \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{1}{z} \cdot \frac{G}{g} \cdot r \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \quad \text{[kN]} \quad (1)$$

$F_r$  charge radiale [kN]

m masse de la caisse du crible [kg]

r rayon d'oscillation [m]

$\omega$  vitesse angulaire [1/s]

G charge due au poids de la caisse du crible [kN]

g accélération due à la gravité [9,81 m/s<sup>2</sup>]

n vitesse de rotation [min<sup>-1</sup>]

z nombre de roulements

Il est possible de déterminer le rayon de vibration r des cribles à balourds à partir du rapport entre la charge due au poids de la caisse et de la force excitatrice. Etant donné que les cribles à balourds fonctionnent, en général, bien au-dessus de la fréquence critique et que l'amplitude d'oscillation maximale est presque atteinte, on peut supposer que le centre de gravité commun aux deux masses (caisse du crible et balourd) est conservé lors de la rotation, figure 7.

# Détermination des dimensions des roulements

Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires

Dans ces conditions, nous avons :

$$G \cdot r = G_1 (R - r)$$

Le rayon d'oscillation est donc défini par la formule

$$r = \frac{G_1 \cdot R}{G + G_1} \quad [m] \quad (2)$$

dans laquelle :

G est la charge due au poids de la caisse du crible [kN]

G<sub>1</sub> est la charge due au poids du balourd [kN]

R est la distance entre le centre de gravité des balourds et l'axe du roulement [m]

r est le rayon d'oscillation de la caisse du crible [m]

G<sub>1</sub> · R est le moment créé par le balourd [kN m]

G + G<sub>1</sub> est la charge totale sur les ressorts [kN]

En rapportant (2) dans (1), nous obtenons après transformation la charge radiale sur les roulements

$$F_r = \frac{1}{z} \cdot \frac{G_1}{g} \cdot \frac{R}{1 + \frac{G_1}{G}} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \quad [kN] \quad (3)$$

## Exemple

Poids de la caisse du crible

$$G = 35 \text{ kN}$$

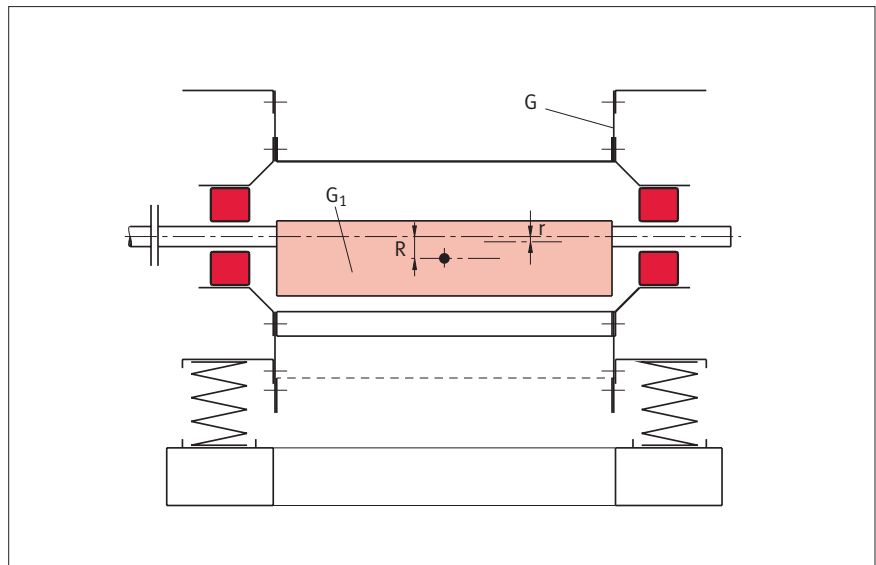
Rayon d'oscillation  $r = 0,003 \text{ m}$

Vitesse  $n = 1200 \text{ min}^{-1}$

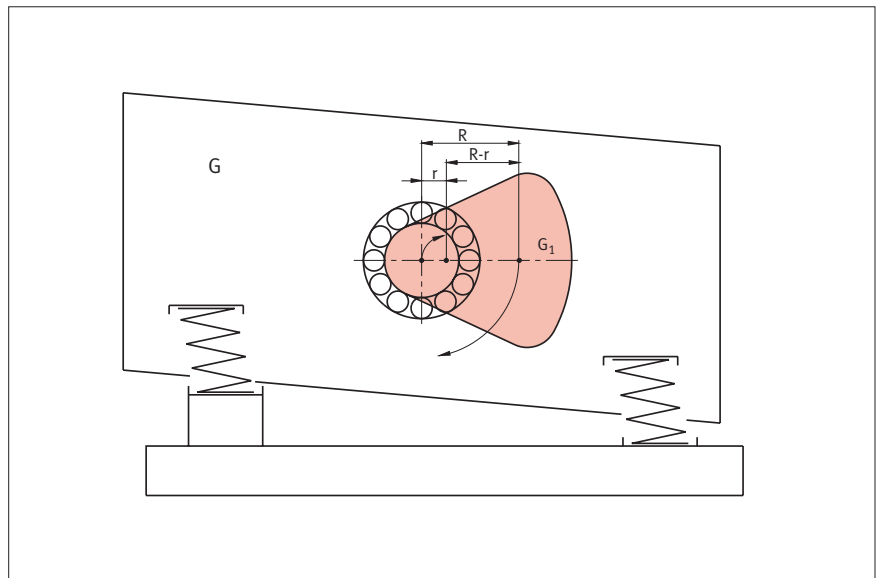
Nombre de roulements  $z = 2$

Charge sur les roulements d'après la formule (1)

$$F_r = \frac{1}{2} \cdot \frac{35}{9,81} \cdot 0,003 \left(\frac{\pi \cdot 1200}{30}\right)^2 = 84,5 \text{ [kN]}$$



6: Principe du crible à balourds avec mouvements de vibrations circulaires



7: Le rayon d'oscillation résulte du rapport entre le poids de la caisse et le poids du balourd

La charge dynamique équivalente servant à calculer le taux de charge dynamique nécessaire est alors :

$$P = 1,2 \cdot F_r = 1,2 \cdot 84,5 = 101 \text{ [kN]}$$

# Détermination des dimensions des roulements

Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires

## 2.2 Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires

L'excitateur d'un crible à vibrations linéaires fonctionne selon le principe de deux systèmes de vibrations circulaires synchronisés en mouvement opposé, figure 8.

Pour déterminer les efforts, les vecteurs tournants des forces centrifuges des arbres excentriques sont décomposés suivant la direction de la ligne définie par les axes des deux arbres et la direction perpendiculaire à cette ligne. On constate alors que les composantes suivant la direction de la ligne définie par les deux axes s'annulent, tandis que les composantes suivant la direction perpendiculaire s'additionnent et sont à l'origine d'un effort de masse harmonique pulsatoire qui fait osciller la caisse du crible en vibrations linéaires.

Le crible fonctionnant sur un mode supérieur à la fréquence critique, une amplitude statique s'établit en direction des vibrations et l'axe de gravité commun à la caisse du crible et aux balourds reste constant.

La charge sur les roulements se détermine de la façon suivante.

Suivant la direction du mouvement vibratoire, on a :

$$F_{r \min} = \frac{1}{z} \cdot \frac{m}{10^3} \cdot r \cdot \omega^2 =$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \frac{G}{g} \cdot r \cdot \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 =$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \frac{G_1}{g} \cdot (R - r) \cdot \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \quad [\text{kN}] \quad (4)$$

où

$r$  [m] est l'amplitude des mouvements linéaires et

$R$  [m] est la distance entre les centres de gravité des axes des roulements respectifs.

Suivant la direction perpendiculaire aux mouvements vibratoires, on a :

$$F_{r \max} = \frac{1}{z} \cdot \frac{G_1}{g} \cdot R \cdot \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \quad [\text{kN}] \quad (5)$$

une charge légèrement plus élevée. Contrairement aux cribles à vibrations circulaires soumis à une charge constante, la charge des cribles à vibrations linéaires varie deux fois entre  $F_{r \max}$  und  $F_{r \min}$  lors d'une rotation des arbres à balourds. En comparant la formule (4) avec la formule (1), on s'aperçoit que la charge minimale d'un crible à vibrations linéaires est équivalente à celle d'un crible à vibrations circulaires comparable.

Pour le crible à vibrations linéaires soumis à la charge variant de façon sinusoïdale, on peut calculer la charge des roulements en appliquant la formule :

$$F_r = 0,68 \cdot F_{r \max} + 0,32 \cdot F_{r \min} \quad [\text{kN}]$$

Pour calculer les charges des roulements de cribles à vibrations circulaires, il suffit de connaître le poids  $G$  de la caisse du crible, le rayon d'oscillation  $r$  ainsi que la vitesse de rotation  $n$ . Quant au crible à vibrations linéaires, ces données permettent uniquement le calcul de charges minimales.

Pour un calcul plus précis, il faut connaître aussi, soit le poids des balourds  $G_1$ , soit la distance  $R$  entre les centres de gravité des balourds et les axes des roulements. Il est alors possible de calculer le facteur manquant à partir de la formule :

$$G \cdot r = G_1 (R - r) \quad [\text{kN m}]$$

## Exemple

Poids de la caisse du crible

$G = 33 \text{ kN}$

Poids du balourd  $G_1 = 7,5 \text{ kN}$

Amplitude  $r = 0,008 \text{ m}$

Vitesse de rotation  $n = 900 \text{ min}^{-1}$

Nombre de roulements  $z = 4$

$$\text{Avec } R = \frac{r(G + G_1)}{G_1}$$

$$= \frac{0,008(33 + 7,5)}{7,5} = 0,0432 \text{ [m]}$$

on obtient selon (4) et (5)

$$F_{r \min} = \frac{1}{4} \cdot \frac{33}{9,81} \cdot 0,008 \cdot \left( \frac{\pi \cdot 900}{30} \right)^2$$

$$= 59,8 \text{ [kN]}$$

$$F_{r \max} = \frac{1}{4} \cdot \frac{7,5}{9,81} \cdot 0,0432 \cdot \left( \frac{\pi \cdot 900}{30} \right)^2$$

$$= 73,3 \text{ [kN]}$$

La charge sur les roulements est :

$$F_r = 0,68 \cdot 73,3 + 0,32 \cdot 59,8 =$$

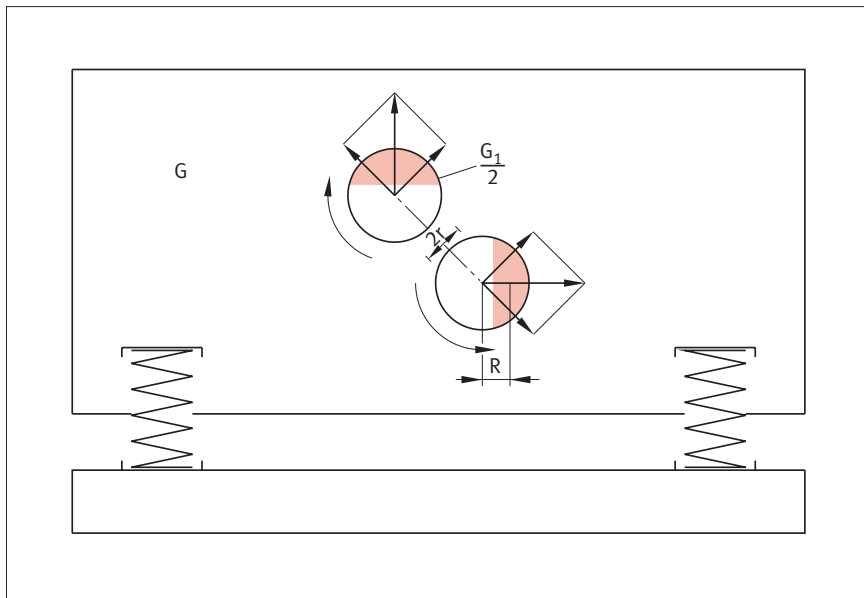
$$= 69 \text{ [kN]}$$

La charge dynamique équivalente servant à calculer le taux de charge dynamique nécessaire est alors :

$$P = 1,2 \cdot 69 = 83 \text{ [kN]}$$

# Détermination des dimensions des roulements

Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires



8: Principe du crible à balourds avec mouvements de vibrations linéaires

# Détermination des dimensions des roulements

Cribles à excentrique

## 2.3 Cribles à excentrique

Contrairement aux cribles à balourds, le rayon de vibration des cribles à excentrique est défini par l'excentricité de l'arbre. Comme pour le crible à vibrations circulaires, la charge équivalente des deux roulements intérieurs est déterminée par la formule :

$$F_r = \frac{1}{z} \cdot \frac{G}{g} \cdot r \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \text{ [kN]} \quad (1)$$

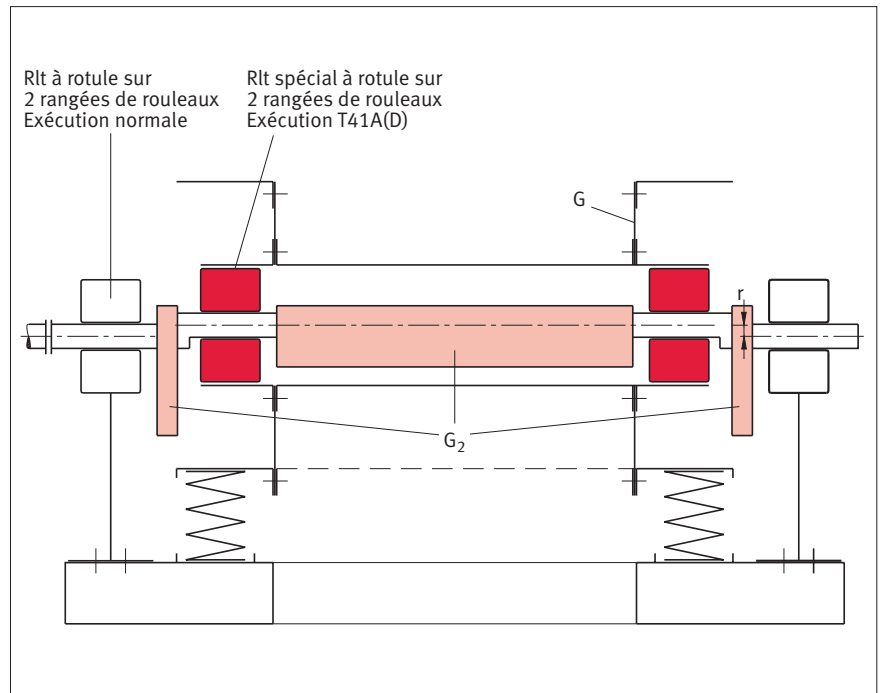
dans laquelle  $r$  est le rayon d'excentricité du vilebrequin et  $z$  le nombre de roulements intérieurs, figure 9.

L'influence des ressorts de support sur la charge des roulements intérieurs est négligeable.

La charge sur les roulements extérieurs des cribles à excentrique est faible, car pendant le fonctionnement en marche à vide les forces centrifuges de la caisse du crible sont compensées par des contrepoids ( $G_2$ ). La charge sur ces roulements n'est pas constante ; elle varie d'une façon sinusoïdale du fait des ressorts de support de la caisse. Pendant le fonctionnement de la machine, l'équilibre des masses est perturbé par le matériau à cribler. Ceci crée une charge supplémentaire sur les roulements extérieurs. Cette charge est cependant très faible.

Le choix des roulements dépend du diamètre de l'arbre. On utilisera donc des roulements ayant une capacité de charge suffisamment élevée pour rendre superflu tout calcul d'endurance à la fatigue.

Etant donné que ces roulements ne sont pas soumis aux mouvements vibratoires, l'utilisation de roulements à rotule sur deux rangées de



9: Principe du crible à excentrique

rouleaux de type standard est suffisante.

Exemple

Poids de la caisse du crible

$G = 60 \text{ kN}$

Rayon d'excentricité  $r = 0,005 \text{ m}$

Vitesse de rotation  $n = 850 \text{ min}^{-1}$

Nombre de roulements  $z = 2$

Roulements intérieurs : la charge sur les roulements est déterminée selon la formule (1)

$$F_r = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{9,81} \cdot 0,005 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 850}{30}\right)^2 = 121 \text{ kN}$$

La charge dynamique équivalente servant à calculer le taux de charge dynamique nécessaire est alors :

$$P = 1,2 \cdot 121 = 145 \text{ [kN]}$$

# Détermination des dimensions des roulements

Abaque pour le calcul des forces centrifuges

## 2.4 Abaque pour le calcul des forces centrifuges dues à la caisse du crible et à la masse des balourds

$F_{max}$ ,  $F_{min}$  et  $F$  sont des forces centrifuges

$n$  est la vitesse de rotation [ $min^{-1}$ ]

$r$  est le rayon d'oscillation [m]

$R$  est la distance entre le centre de gravité des balourds et l'axe du roulement [m]

$b$  est l'accélération [ $m/s^2$ ]

$G$  est la charge due au poids de la caisse du crible [kN]

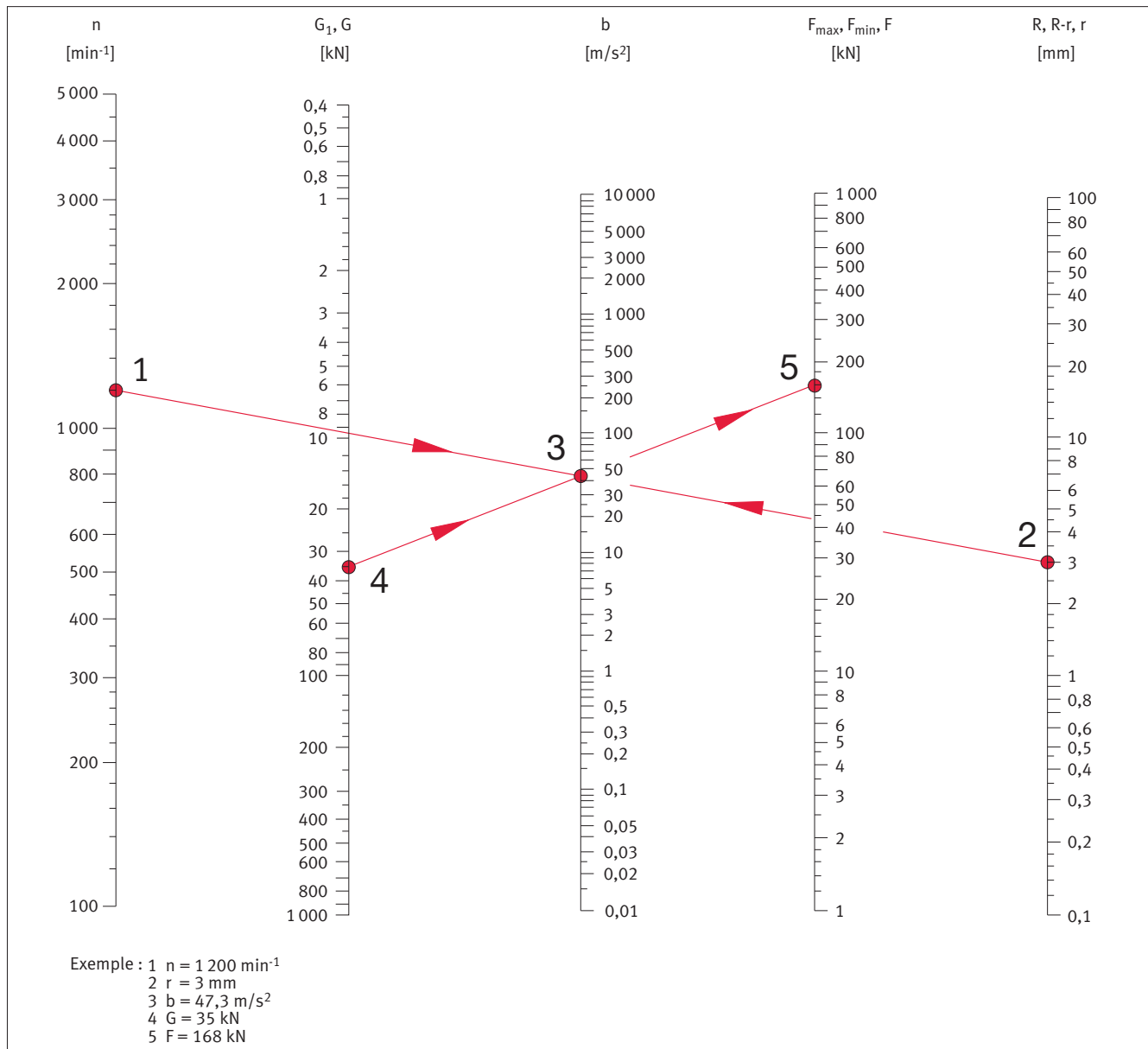
$G_1$  est la charge due au poids du balourd [kN]

$g = 9,81$  est l'accélération due à la pesanteur [ $m/s^2$ ]

$$F_{max} = \frac{G_1}{g} \cdot R \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \text{ [kN]}$$

$$F_{min} = \frac{G_1}{g} \cdot (R - r) \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \text{ [kN]}$$

$$F = \frac{G}{g} \cdot r \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \text{ [kN]}$$



# Détermination des dimensions des roulements

Abaque pour le calcul du taux de charge dynamique

## 2.5 Abaque pour le calcul du taux de charge dynamique nécessaire

Pour le calcul du taux de charge dynamique C [kN], on a besoin de :

- n vitesse de rotation [min<sup>-1</sup>]
- L<sub>h</sub> durée de vie nominale [h]
- P charge dynamique équivalente [kN]

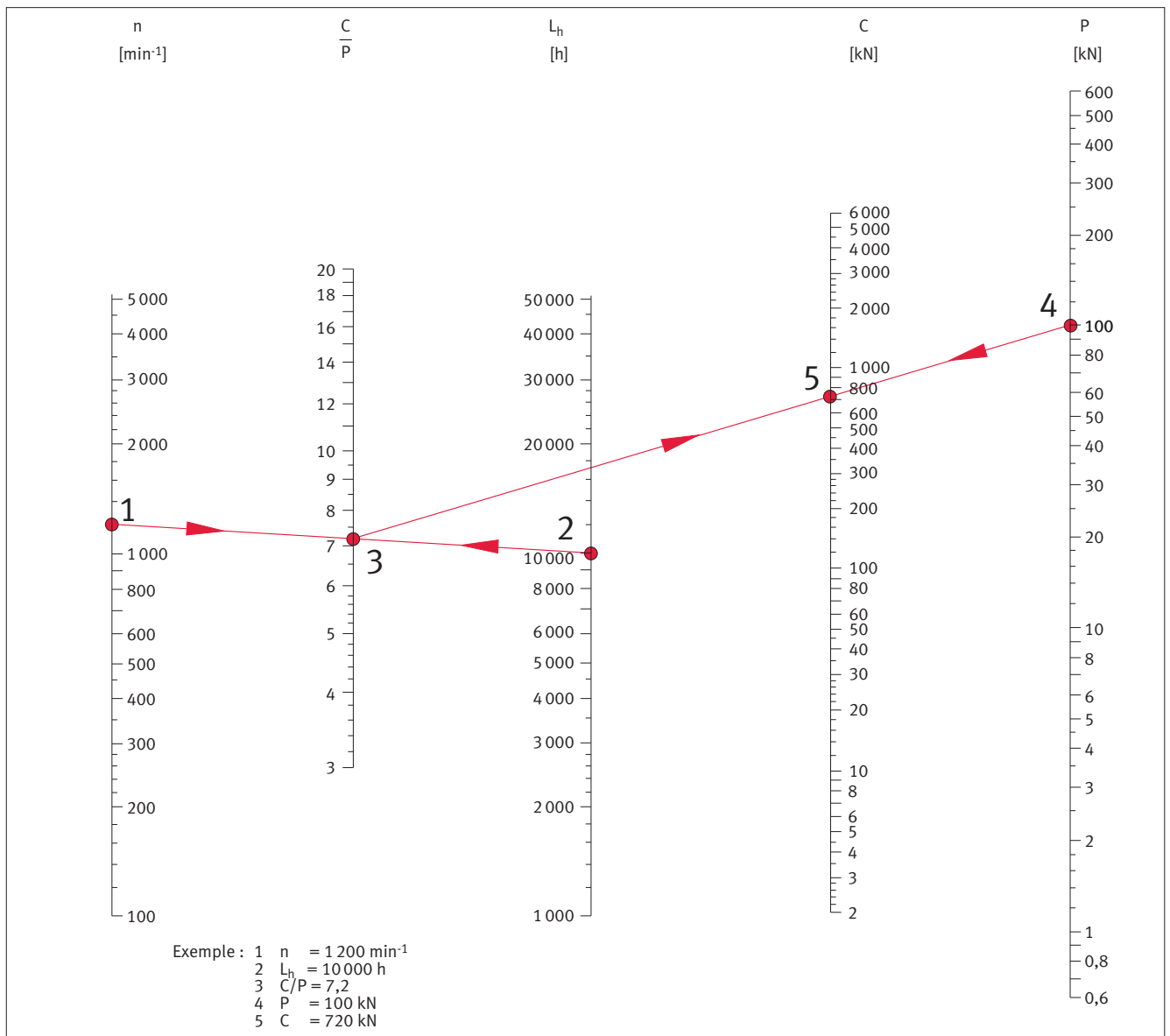
En cas de cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires et roulements intérieurs avec cribles à excentrique

$$P = 1,2 \cdot \frac{F}{z} \text{ [kN]}$$

En cas de cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires

$$P = 1,2 \cdot \left( \frac{0,68 \cdot F_{\max} + 0,32 \cdot F_{\min}}{z} \right)$$

où : 1,2 est le facteur de choc  
z est le nombre de roulements  
F est la force centrifuge de l'abaque 1 (paragraphe 2.4)



# Conception des paliers

Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification à la graisse)

## 3 Conception des paliers

### 3.1 Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification à la graisse)

La figure 10 montre le principe du support d'un crible à balourds avec mouvements de vibrations circulaires et avec lubrification à la graisse. L'arbre à excentrique est monté sur deux roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux FAG 223...-E1-T41A. Le roulement côté entraînement est conçu comme roulement fixe et le roulement opposé comme roulement libre.

#### Montage et démontage des roulements

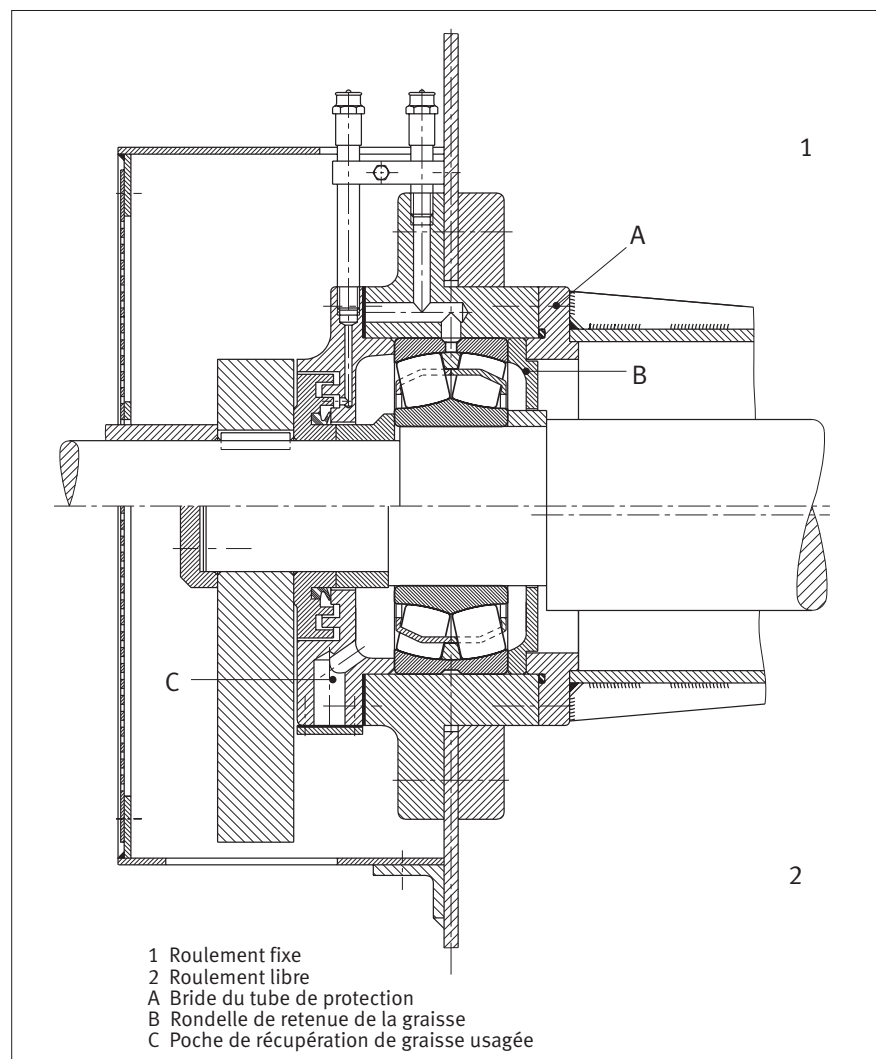
Après un contrôle des pièces adjacentes, le roulement est d'abord placé dans l'alésage du logement. Les plus petits roulements peuvent être emmanchés à froid. Dans le cas de roulements plus grands, le corps du logement doit être chauffé uniformément jusqu'à ce que le serrage entre le diamètre de la bague extérieure et l'alésage du logement soit supprimé. L'ajustement serré résulte du refroidissement du logement. Ensuite, le roulement et son logement sont glissés sur l'arbre. Pour faciliter le démontage du roulement, il est recommandé de remplacer la bride du tube (pièce A de la figure 10) par un anneau pourvu de plusieurs vis de démontage.

#### Lubrification et étanchéité

Dans le cas d'une lubrification à la graisse, le lubrifiant peut être

amené jusqu'au roulement par la rainure circulaire et les trous de graissage sur la bague extérieure. La graisse neuve arrive directement sur les surfaces de glissement et de roulement, assurant ainsi une lubrification uniforme des deux rangées de rouleaux. La graisse neuve chasse le lubrifiant usagé, ainsi que les impuretés éventuelles, des parties internes du roulement. Sur le côté intérieur du roulement, la graisse usagée

s'échappe par l'interstice entre la rondelle de retenue et l'arbre et se dépose dans le tube de protection. Sur le côté extérieur, elle se dépose dans la poche de récupération de laquelle il faut la retirer de temps en temps. Vers l'extérieur, les roulements sont protégés par un labyrinthe permettant un graissage d'entretien, dont l'étanchéité peut encore être améliorée en plaçant un joint dans la chicane la plus profonde du labyrinthe.



10: Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification à la graisse)

# Conception des paliers

Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par bain d'huile)

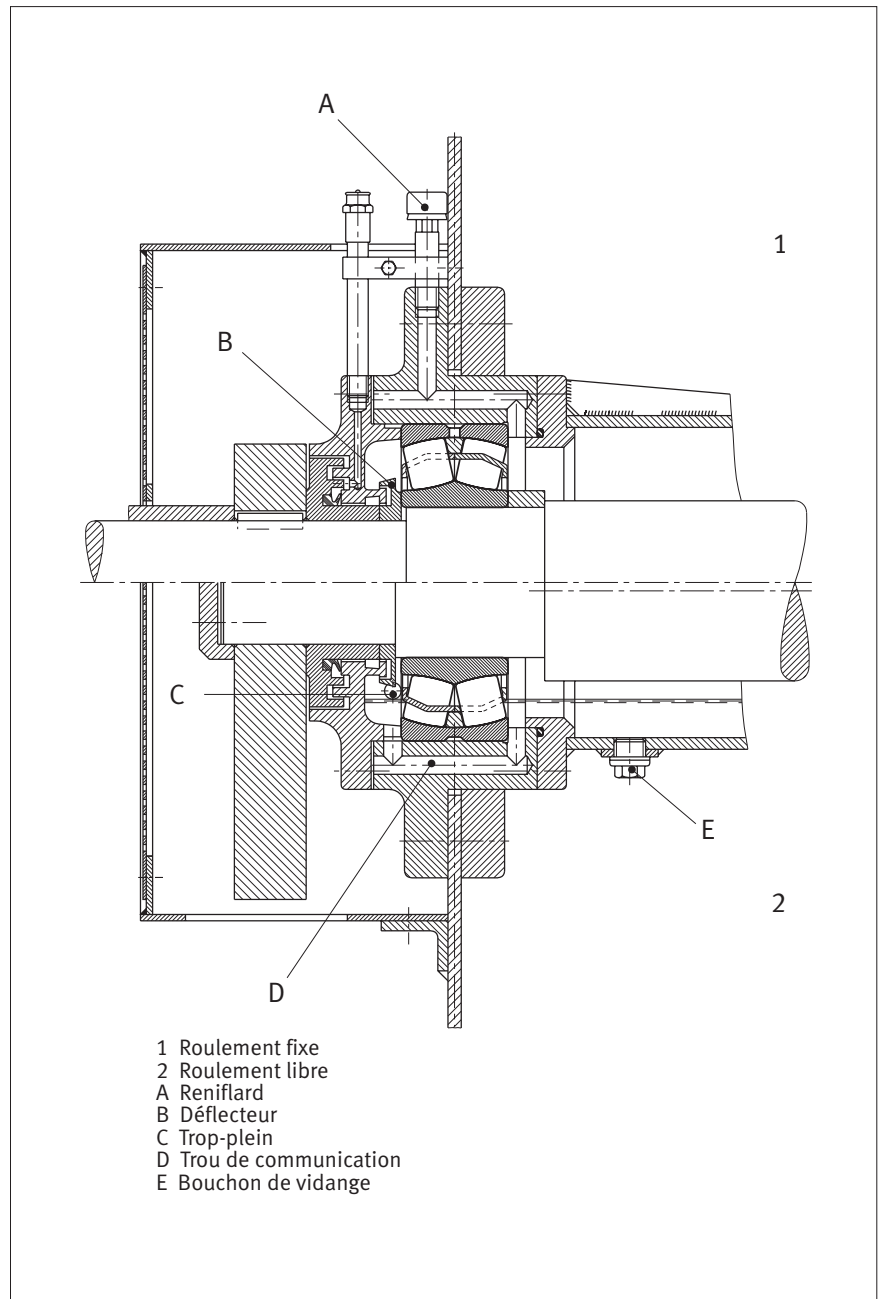
## 3.2 Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par bain d'huile)

La figure 11 montre le principe du support d'un crible à balourds avec mouvements de vibrations circulaires et avec lubrification par bain d'huile. Un labyrinthe rempli de graisse assure la protection contre la pénétration de salissures.

Une bague de projection avec rainure de retenue évite les fuites d'huile. Sur le côté du roulement, le dispositif d'étanchéité est protégé par un déflecteur.

Pour empêcher la graisse contenue dans le labyrinthe d'entrer dans les cavités d'huile, un joint de profil V est intercalé entre le labyrinthe et la bague de projection. La réalisation d'un trou de communication dans la partie inférieure du palier permet d'équilibrer le niveau d'huile des deux côtés du roulement. Le niveau d'huile doit être tel que, à l'arrêt de la machine, le rouleau le plus bas du roulement soit à moitié immergé. Pour régler le niveau d'huile, un trop-plein bouché après remplissage a été placé à cette hauteur. Le bouchon de vidange contient un petit aimant permanent recueillant les fines particules d'acier arrachées par l'usure.

Afin d'éviter des vidanges d'huile trop fréquentes, il est recommandé d'introduire la plus grande quantité d'huile possible. En général, le tube de protection sert de réservoir supplémentaire.



11: Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par bain d'huile)

## Conception des paliers

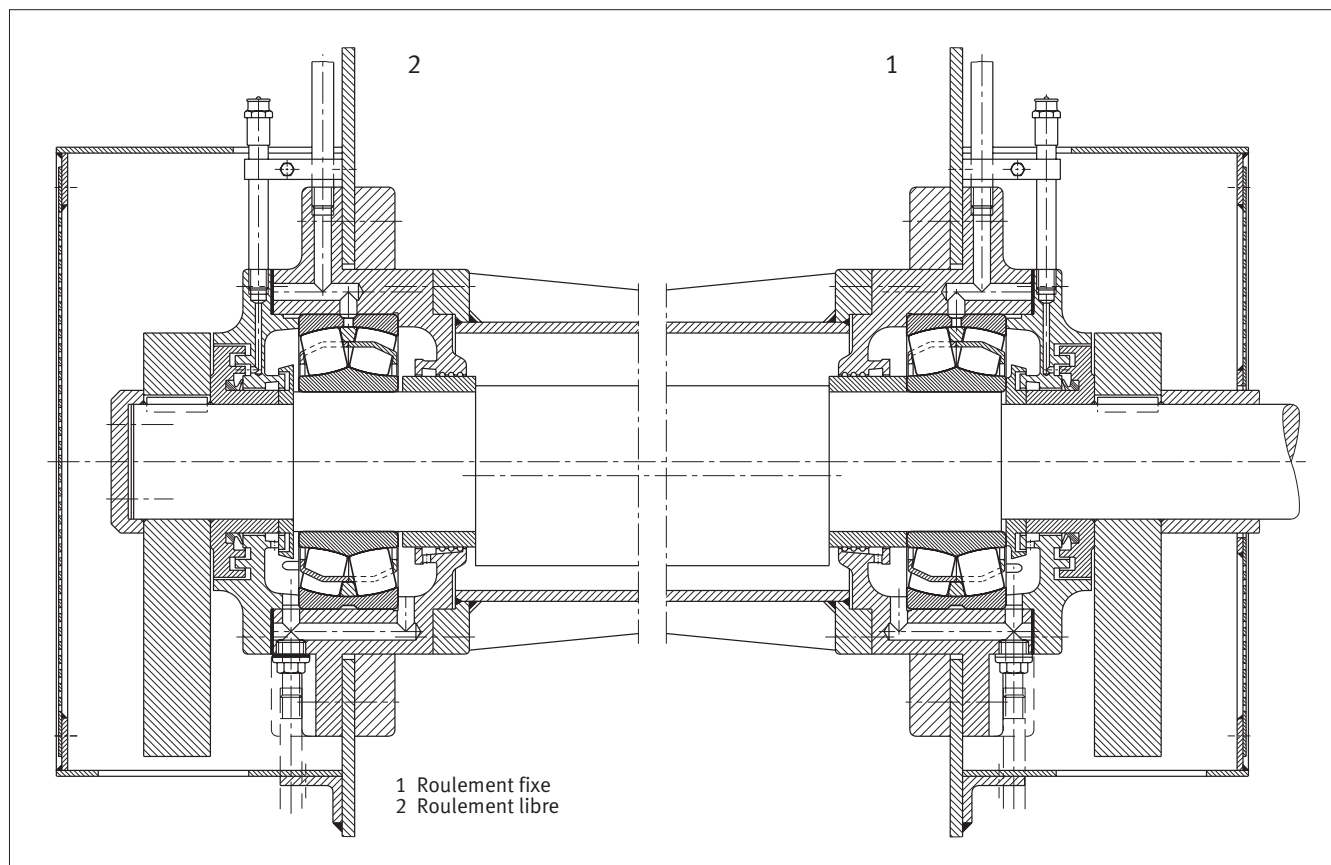
Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par circulation d'huile)

### 3.3 Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par circulation d'huile)

La conception du palier avec lubrification par circulation d'huile représentée en figure 12 est sensiblement la même que celle

avec lubrification par bain d'huile (voir 3.2). La réalisation d'un trou de communication dans la partie inférieure du palier permet d'équilibrer le niveau d'huile des deux côtés du roulement. Les étanchéités prennent en compte la lubrification par bain d'huile. Le trou de vidange est situé

suffisamment haut pour que, en cas de panne du système de circulation, un faible niveau d'huile soit maintenu comme réserve de secours. L'huile est amenée par la rainure et les trous de graissage dans la bague extérieure. Un filtrage de l'huile est absolument indispensable (voir paragraphe 4.2.2).



12: Cribles à balourds avec mouvements de vibrations circulaires (lubrification par circulation d'huile)

# Conception des paliers

Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires (lubrification par barbotage)

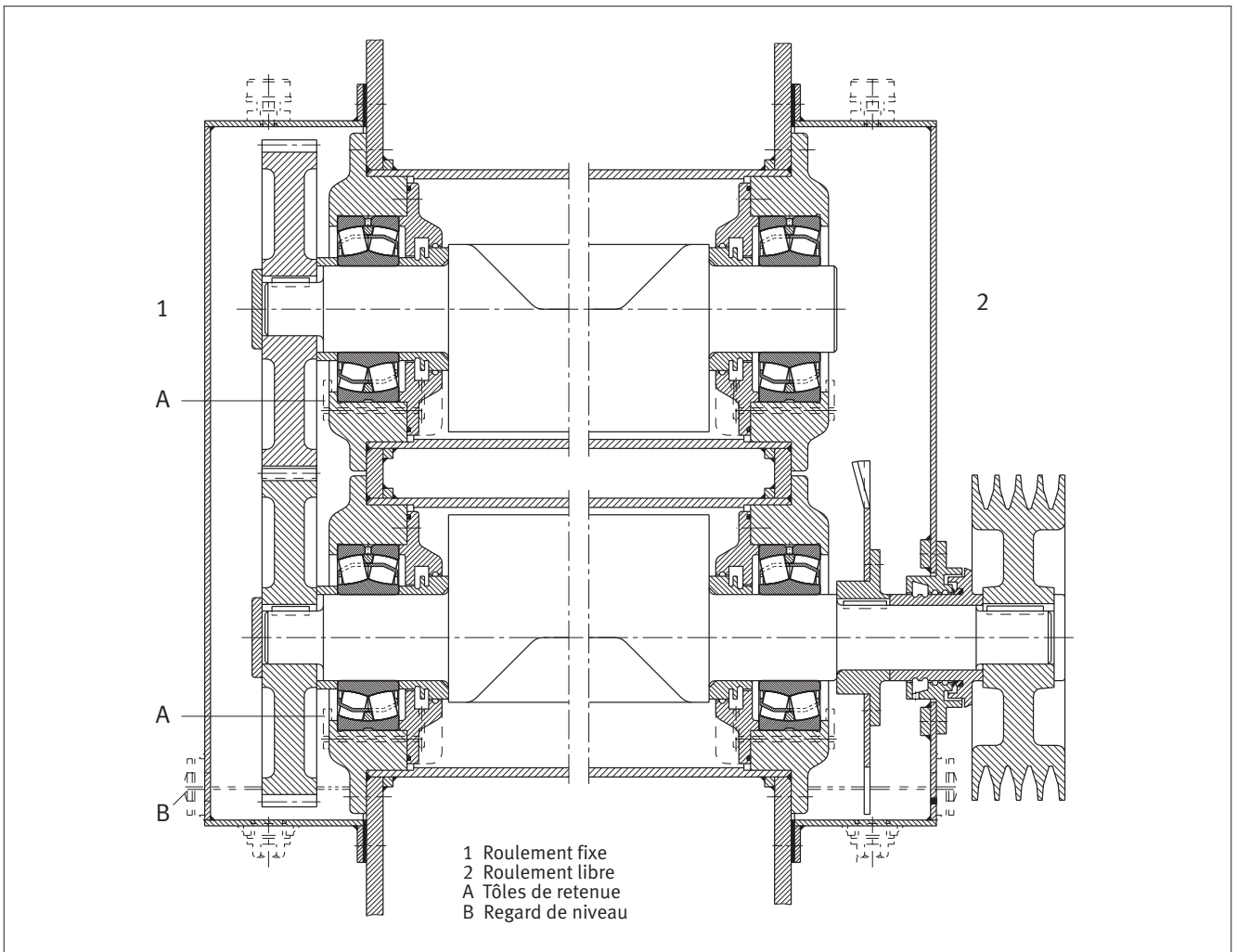
### 3.4 Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires (lubrification par barbotage)

La figure 13 représente le palier de l'excitateur d'un crible à balourds avec mouvements de vibrations linéaires. Les deux arbres à balourds en mouvements opposés et synchronisés par des roues dentées sont montés sur des roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux 223..-E1-T41A. Les roulements

placés du côté de la synchronisation sont des roulements fixes, afin d'éviter que le fonctionnement des roues dentées ne soit perturbé par des phénomènes de dilatation (différences de température). Les roulements sont lubrifiés par l'huile projetée par les roues dentées et la bague de projection. Des tôles de retenue disposées dans les parties inférieures des faces latérales du carter maintiennent le niveau d'huile à mi-hauteur du rouleau le plus bas du roulement.

Le passage d'arbre est protégé par un déflecteur et un labyrinthe mettant les roulements à l'abri d'impuretés. On peut encore disposer un joint de profil V entre le labyrinthe et la bague de projection.

Le niveau d'huile permet au pignon inférieur ou à la bague de projection d'être tout juste immergé. Le contrôle du niveau d'huile est effectué par les regards latéraux.



13: Cribles à balourds avec mouvements de vibrations linéaires (lubrification par barbotage)

# Conception des paliers

Cribles à excentrique (lubrification à la graisse)

## 3.5 Cribles à excentrique (lubrification à la graisse)

La figure 14 montre l'arbre d'un crible à excentrique. Etant donné que les roulements intérieurs subissent sensiblement les mêmes contraintes que les roulements des cribles à balourds, on utilise dans ce cas des roulements FAG spéciaux à deux rangées de rouleaux de la série 223...-E1-T41A.

Même si l'action conjuguée des forces centrifuges dues au poids de la caisse du crible et des efforts élastiques constants dus aux ressorts ne se traduit pas forcément par l'application d'une charge ponctuelle sur la bague intérieure, on choisit dans la plupart des cas les mêmes ajustements que pour les cribles à balourds. Les bagues extérieures sont montées dans le logement avec un ajustement P6 ; les bagues intérieures sont montées sur l'arbre avec un ajustement f6 ou g6. L'un des deux roulements intérieurs est monté fixe, l'autre libre, la bague intérieure pouvant se déplacer sur l'arbre. Pour le reste, la conception des roulements intérieurs est identique à celle des roulements des cribles à balourds lubrifiés à la graisse.

Le cas est différent pour les roulements extérieurs. Pour éviter au maximum que les efforts dus au balourd ne soient transmis au socle et pour que la charge radiale reste faible, le moment dû au balourd de la caisse du crible à excentrique est compensé par des contrepoids. Lorsque le crible tourne à vide, les roulements extérieurs ne sont sollicités que par les efforts des ressorts d'appui.

Les ressorts d'appui sont préchargés d'une valeur telle que les roulements

extérieurs sont soumis à une charge radiale sinusoïdale pulsatoire, mais de direction constante. Même si l'équilibre exact des masses durant le fonctionnement est perturbé par le matériau à cribler (une force centrifuge tournante non équilibrée se superpose aux efforts des ressorts) et si la direction de charge peut osciller autour d'un angle bien déterminé, il est opportun d'ajuster les roulements comme s'il y avait une charge ponctuelle sur la bague extérieure.

Pour cette raison, il convient donc de réaliser un ajustement libre des bagues extérieures dans leur logement. Dans la plupart des cas, les bagues intérieures sont fixées sur l'arbre au moyen de manchons de démontage.

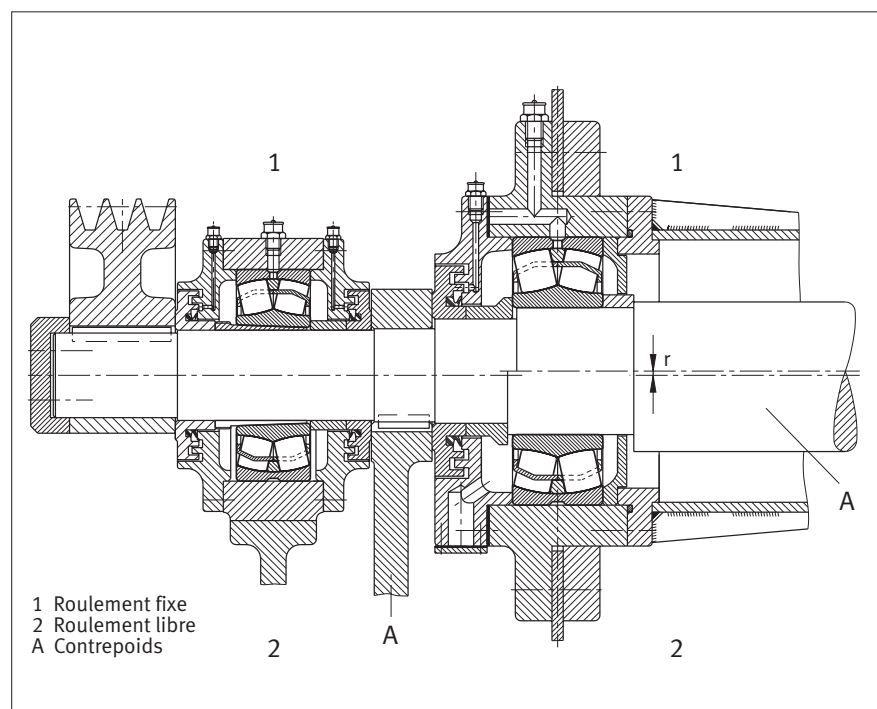
Le roulement du côté de l'entraînement est monté fixe ; le roulement du côté opposé est monté libre, sa bague extérieure pouvant se déplacer axialement.

Les tolérances d'usinage habituelles ont fait leurs preuves pour les portées des roulements extérieurs

Arbre : h8/h9  
(tolérance de l'arbre pour montage avec des manchons de démontage)

Logement : H7

Pour les roulements extérieurs, montés fixes, soumis à de faibles charges, on utilise des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux avec alésage conique et jeu normal.



14: Cribles à excentrique (lubrification à la graisse)

# Lubrification des roulements

Lubrification à la graisse · Lubrification à l'huile

## 4 Lubrification des roulements

Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux des cribles vibrants sont soumis à des contraintes de service élevées et exposés à des conditions extérieures difficiles. Pour ces raisons, le choix des lubrifiants, les procédés de lubrification ainsi que les intervalles de graissage sont essentiels pour assurer un bon fonctionnement et une durée de vie optimale des roulements.

Le choix entre lubrification à la graisse ou à l'huile dépend des conditions de fonctionnement, de la dimension des roulements et des conditions particulières d'exploitation des installations.

### 4.1 Lubrification à la graisse

Les roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux de la plupart des cribles vibrants sont lubrifiés à la graisse. On lubrifie généralement à la graisse jusqu'à un facteur de vitesse  $n \cdot d_m = 300\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$  ( $n$  est la vitesse,  $d_m$  le diamètre moyen de roulement). Il est recommandé d'utiliser exclusivement des graisses éprouvées et testées, voir paragraphe 4.3. Il faut éviter un changement de graisse.

Dans des conditions de fonctionnement normales, nous recommandons pour les cribles vibrants des graisses à base de lithium avec additifs pour extrême pression et anticorrosifs appartenant à la classe de pénétration 2. Pour cette application, les exigences minimales définies par la norme DIN 51 825 ne sont pas suffisantes. Il faut utiliser de

préférence des graisses qui ont prouvé leurs qualités dans le domaine du roulement, par ex. les graisses FAG Arcanol MULTITOP et LOAD400.

En cas de températures élevées, par ex. criblage de matériaux chauds ou échauffement des roulements par les matériaux criblés, il est conseillé d'utiliser des graisses spéciales résistant à une température élevée.

La viscosité de base nécessaire dépend des conditions de fonctionnement. Il faut essayer de se rapprocher du rapport  $\kappa = v/v_1 \geq 2$  dans lequel  $v$  est la viscosité de fonctionnement et  $v_1$  la viscosité de référence, voir également le catalogue WL 41 700.

Lors du montage, il faut remplir entièrement de graisse les cavités des roulements. Les logements des deux côtés du roulement doivent être vides afin d'éviter un malaxage trop important de la graisse et de permettre la répartition du surplus de graisse dans les cavités du palier pendant la phase de démarrage.

Nous conseillons un graissage périodique par la rainure circulaire et les trois trous de graissage existant sur la bague extérieure et prévus à cet effet sur tous les roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux.

Cette disposition assure une alimentation en graisse correcte des deux rangées de rouleaux. Lors d'un graissage par le côté, il faut veiller à ce que la distance entre paroi du palier et face latérale du roulement soit aussi faible que possible pour permettre à la graisse de pénétrer rapidement et entièrement dans le roulement. Le trou pour l'évacuation de la graisse est

à placer sur la face opposée du roulement.

Dans le cas de roulements pour cribles, il est recommandé de procéder à des apports fréquents de petites quantités de graisse. Le tableau, figure 15, indique les quantités de graisse à apporter lors des graissages périodiques en fonction de la dimension du roulement et de la vitesse de rotation. Les quantités de graisse indiquées sont valables pour une périodicité de graissage de 50 heures de service et des températures de fonctionnement normales.

En cas de graissage continu au moyen d'un dispositif central de graissage, il est possible de calculer la quantité de graisse  $m_1$  nécessaire par heure et par roulement à partir de la formule :

$$m_1 = 0,00004 \cdot D \cdot B$$

dans laquelle :

$m_1$  = quantité de graisse nécessaire [g/h]

$D$  = diamètre extérieur du roulement [mm]

$B$  = largeur du roulement [mm]

Le graissage des joints du labyrinthe est à prévoir toutes les semaines. En cas de conditions difficiles (poussières, humidité, température de fonctionnement élevée), il faut graisser plus souvent. Il convient d'utiliser la même graisse que celle employée pour les roulements.

### 4.2 Lubrification à l'huile

Si les vitesses de rotation sont supérieures aux vitesses limites indiquées pour une lubrification à la graisse (c.-à-d. dans le cas d'un facteur de vitesse

# Lubrification des roulements

Lubrification à la graisse · Lubrification à l'huile

**15 : Quantité de graisse en g pour roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux 223 pour cribles vibrants (intervalle de regraissage : 50 heures de service)**

Nombre caractéristique d'alésage	Vitesse de rotation min <sup>-1</sup>																
	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200
08	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
09	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	15	15	20
12	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	15	15		
13	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15	15	20			
14	5	5	5	5	5	5	10	10	10	15	15	20	25				
15	5	5	5	5	5	5	10	10	10	15	20	25					
16	5	5	5	10	10	10	10	10	15	20	25						
17	5	5	10	10	10	10	10	15	20	25	35						
18	10	10	10	10	10	10	15	20	25	30	40						
19	10	10	10	10	10	15	15	25	35	45							
20	10	10	10	10	15	15	20	30	40								
22	10	10	15	15	20	20	30	50	70								
24	15	15	20	25	30	35	55	85									
26	15	20	20	25	35	40	65										
28	20	25	30	35	45	60	100										
30	25	30	40	50	65	90											
32	25	35	45	60	80	100											
34	30	40	55	80	110	140											
36	35	50	65	90	120												
38	45	65	90	130													
40	50	70	100	150													
44	70	105	160														
48	105	170															
52	120	200															
56	190																

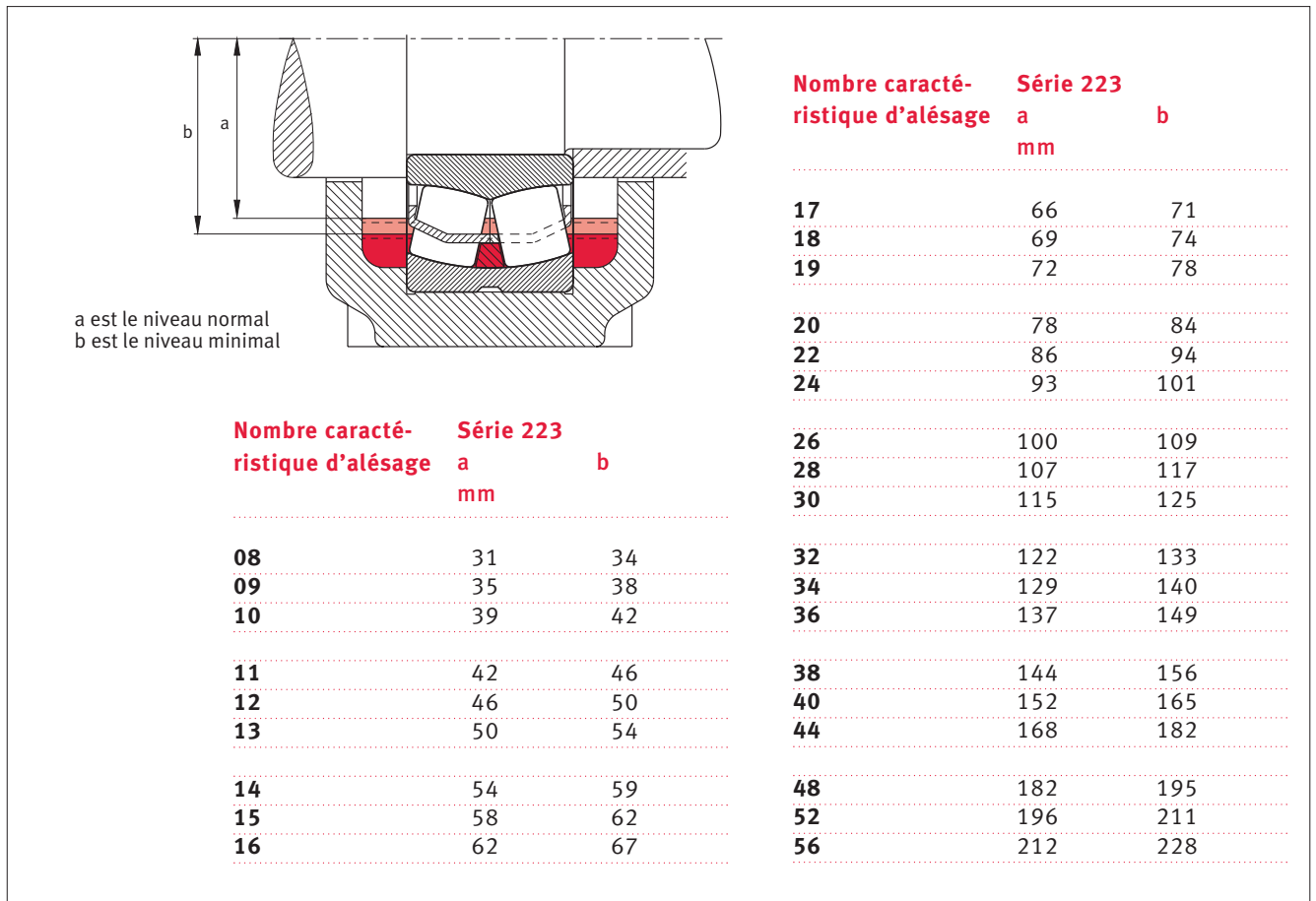
$n \cdot d_m > 300\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$ ), on choisira une lubrification à l'huile. Cette forme de lubrification est également indiquée en cas de source de chaleur extérieure ou pour des raisons d'entretien.

Nous recommandons d'utiliser des huiles minérales ou synthétiques avec additifs extrême pression et anticorrosion, voir également le paragraphe 4.3. Il est également possible d'utiliser des huiles

multigrades de bonne qualité. Le rapport de viscosité  $\kappa = v/v_1$  ( $v$  = viscosité de fonctionnement,  $v_1$  = viscosité de référence) doit être  $\geq 2$ .

# Lubrification des roulements

Lubrification à l'huile



16: Détermination du niveau d'huile à l'arrêt

## 4.2.1 Lubrification par bain d'huile (barbotage)

En général, la lubrification par bain d'huile est utilisée jusqu'à un facteur de vitesse

$n \cdot d_m = 300\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$  et en cas de vidanges fréquentes jusqu'à un facteur de vitesse

$n \cdot d_m = 500\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$ .

Cette méthode de lubrification amène le lubrifiant au contact du roulement par l'intermédiaire de

roues dentées, de balourds ou par le roulement lui-même.

Le niveau d'huile doit être tel que les roues dentées ou les balourds soient immergés pendant le fonctionnement pour répartir l'huile partout. A l'arrêt, il faut que le rouleau le plus bas soit immergé dans l'huile jusqu'à mi-hauteur, figure 16.

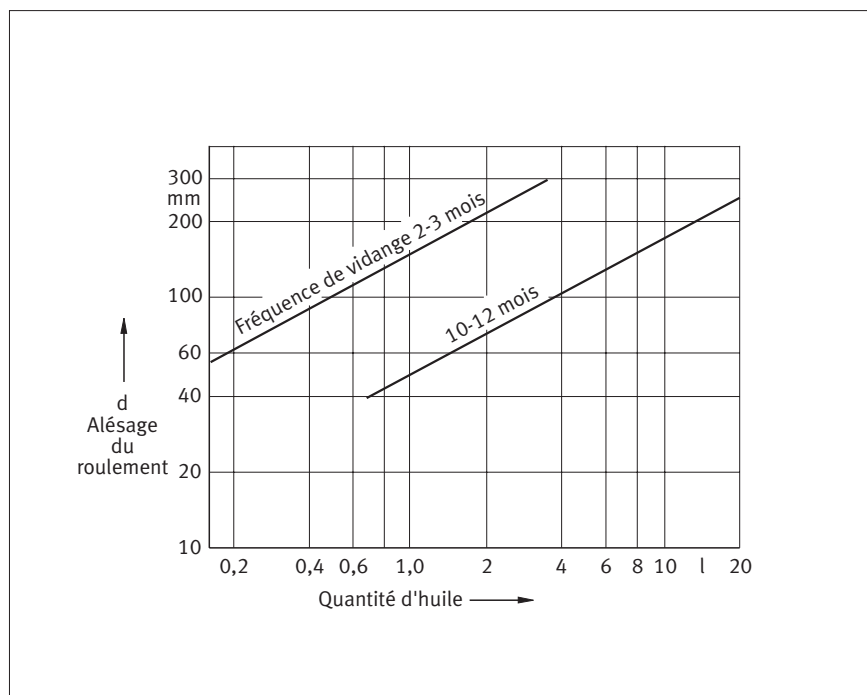
Un volume d'huile suffisant allonge la périodicité des vidanges. Si le volume des cavités dans les paliers

n'est pas suffisant, on utilise le tube de protection de l'arbre entre les roulements comme réservoir d'appoint ou on prévoit un réservoir supplémentaire.

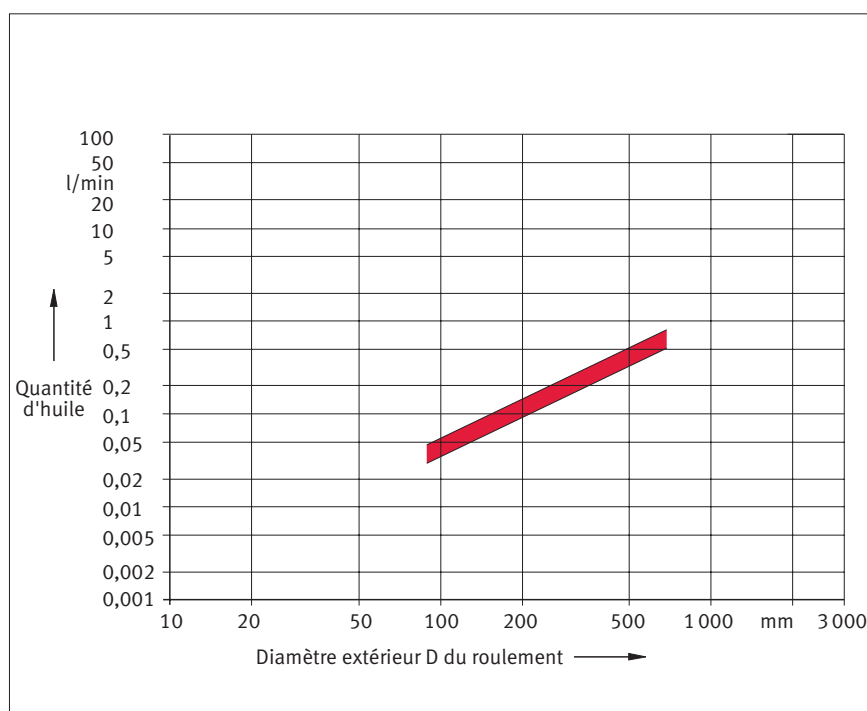
La fréquence de vidange dépend du degré d'encrassement et des caractéristiques de vieillissement de l'huile. La figure 17 vous donne les valeurs indicatives concernant la quantité d'huile et les fréquences de vidange en fonction de l'alésage du roulement. Vous trouverez

# Lubrification des roulements

Lubrification à l'huile



17: Quantité d'huile et fréquence de vidange en fonction de l'alésage du roulement



18: Débit d'huile minimal pour roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223 pour cribles vibrants

d'autres détails dans la publication WL 81 115/4 DA «Lubrification des roulements».

Il est recommandé de procéder régulièrement à un examen de l'huile afin de pouvoir déterminer de façon plus précise les intervalles de vidange.

## 4.2.2 Lubrification par circulation d'huile

Si le facteur de vitesse est supérieur à celui indiqué pour la lubrification par barbotage ou en cas d'exigences supplémentaires (plus grand refroidissement exigé, volume insuffisant des réservoirs d'huile), il faut prévoir une lubrification par circulation d'huile. Pour ce type de lubrification, il est recommandé d'amener l'huile par la rainure et les trous de graissage existant sur la bague extérieure du roulement. Le diagramme de la figure 18 vous donne les valeurs indicatives des débits d'huile habituels.

Il faut s'assurer que le diamètre des canaux de retour exempts de pression est adapté au diamètre des canaux d'amenée (il faut un diamètre de 4 à 5 fois plus grand). La lubrification par circulation d'huile exige l'installation d'un filtre pour recueillir les fines particules d'acier provenant de l'usure, ainsi que les impuretés qui pourraient avoir une influence néfaste sur la durée d'utilisation des roulements.

En interprétant les résultats des contrôles réguliers de l'huile, il est possible de déterminer de façon plus précise la fréquence des vidanges qui correspond aux conditions de fonctionnement réelles.

# Lubrification des roulements

Lubrifiants recommandés

## 4.3 Lubrifiants recommandés

### **Graisses pour roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes**

Afin de garantir une qualité constante des graisses à roulements Arcanol de FAG, chaque lot de fabrication est contrôlé à 100%.

Les graisses pour températures normales sont :

Arcanol MULTITOP  
Arcanol LOAD400  
Arcanol LOAD220

Une graisse pour températures élevées :

Arcanol TEMP120

Pour les graisses qui n'ont pas été soumises à nos contrôles très stricts, nous ne pouvons nous prononcer sur les variations des lots de fabrication, les modifications de formulation et les influences sur la production.

Sur demande, nous vous envoyons une liste des graisses appropriées, mise à jour en permanence.

Une édition à jour peut nous être demandée.

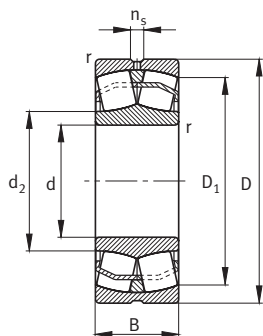
### **Huiles pour roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes**

Pour ces applications, il faut vérifier l'efficacité des additifs de l'huile dans le roulement. En principe, les huiles minérales et les huiles de synthèse à l'exception des huiles silicone peuvent être utilisées.

Les huiles avec des améliorants d'indices de viscosité ne sont pas nécessaires. Sur demande, nous vous fournissons une liste actualisée indiquant les huiles recommandées.

# Roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants

à alésage cylindrique, série 223..-E1-T41A(D)



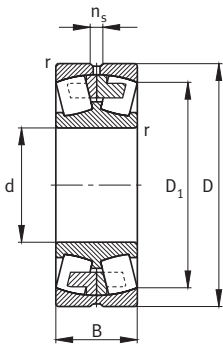
Roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants à alésage cylindrique, série 223..-E1-T41A(D)

Arbre	Dimensions							Charges de base			Charge limite à la fatigue	Vitesse limite	Vitesse de base	Désignation	Masse
	d	D	B	r	n <sub>s</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	dyn. C <sub>r</sub>	stat. C <sub>0r</sub>	C <sub>ur</sub>					
	mm							kN		kN	min <sup>-1</sup>		FAG	kg	
40	40	90	33	1,5	4,8	76	52,4	156	150	13,1	7 500	5 800	22308-E1-T41A	1,05	
45	45	100	36	1,5	6,5	84,7	58,9	186	183	16,1	6 700	5 300	22309-E1-T41A	1,39	
50	50	110	40	2	6,5	92,6	63	228	224	20,3	6 000	4 950	22310-E1-T41A	1,9	
55	55	120	43	2	6,5	101,4	68,9	265	260	23,9	5 600	4 650	22311-E1-T41A	2,27	
60	60	130	46	2,1	6,5	110,1	74,8	310	310	28	5 000	4 300	22312-E1-T41A	2,89	
65	65	140	48	2,1	9,5	119,3	83,2	355	365	32,5	4 800	3 950	22313-E1-T41A	3,57	
70	70	150	51	2,1	9,5	128	86,7	390	390	36,5	4 500	3 850	22314-E1-T41A	4,21	
75	75	160	55	2,1	9,5	136,3	92,4	440	450	40,5	4 300	3 650	22315-E1-T41A	5,18	
80	80	170	58	2,1	9,5	145,1	98,3	500	510	45	4 300	3 450	22316-E1-T41A	6,27	
85	85	180	60	3	9,5	154,2	104,4	540	560	50	4 000	3 300	22317-E1-T41D	7,06	
90	90	190	64	3	12,2	162,5	110,2	610	630	55	3 600	3 100	22318-E1-T41D	8,51	
95	95	200	67	3	12,2	171,2	116	670	695	60	3 000	2 900	22319-E1-T41D	9,69	
100	100	215	73	3	12,2	183,3	124,2	815	915	75	3 000	2 550	22320-E1-T41D	12,8	
110	110	240	80	3	15	204,9	143,1	950	1 060	91	2 600	2 250	22322-E1-T41D	17,7	
120	120	260	86	3	15	222,4	150,8	1 080	1 160	103	2 600	2 080	22324-E1-T41A	22,5	
130	130	280	93	4	17,7	240	162,2	1 250	1 370	117	2 400	1 870	22326-E1-T41A	28	
140	140	300	102	4	17,7	255,7	173,5	1 460	1 630	132	2 200	1 700	22328-E1-T41A	35,1	
150	150	320	108	4	17,7	273,2	185,3	1 630	1 860	147	2 000	1 550	22330-E1-T41A	42,2	

Tous les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 223..-E1-T41A(D) sont des exécutions X-life.

# Roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants

à alésage cylindrique, série 223..-A-MA-T41A



Roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour cribles vibrants à alésage cylindrique, série 223..-A-MA-T41A

Arbre	Dimensions						Charges de base		Charge limite à la fatigue	Vitesse limite	Vitesse de base	Désignation	Masse
	d	D	B	r	n <sub>s</sub>	D <sub>1</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>0r</sub>	C <sub>ur</sub>	n <sub>G</sub>	n <sub>B</sub>	Roulements	≈
	mm			min		≈	kN		kN	min <sup>-1</sup>		FAG	kg
160	160	340	114	4	17,7	289	1 430	1 900	136	2 000	1 490	22332-A-MA-T41A	52,7
170	170	360	120	4	17,7	305	1 600	2 120	144	1 800	1 380	22334-A-MA-T41A	59,5
180	180	380	126	4	23,5	324	1 700	2 240	229	1 500	1 280	22336-A-MA-T41A	72,2
190	190	400	132	5	23,5	339	1 860	2 500	173	1 500	1 220	22338-A-MA-T41A	81
200	200	420	138	5	23,5	359	2 080	2 800	189	1 400	1 130	22340-A-MA-T41A	93,5
220	220	460	145	5	23,5	392	2 320	3 350	217	1 300	980	22344-A-MA-T41A	120



**Schaeffler France**

44-48 rue Louveau  
92323 Châtillon Cedex

Téléphone +33 (0)1 40 92 16 16

Télécopie +33 (0)1 40 92 87 57

E-mail [fag@fr.fag.com](mailto:fag@fr.fag.com)

Internet [www.fag.com](http://www.fag.com)

Ce document a été soigneusement composé et toutes ses données vérifiées. Toutefois, nous déclinons toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions. Nous nous réservons tout droit de modification.

© Schaeffler KG · 2007, janvier

Aucune reproduction, même partielle, n'est autorisée sans notre accord préalable.

WL 21 100/5 FB